

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

HORNICKO – GEOLOGICKÁ FAKULTA

Institut environmentálního inženýrství

**ANALÝZA MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ ODPADNÍHO FILTRAČNÍHO
MATERIÁLU VZNIKAJÍCÍHO PŘI VÝROBĚ PIVA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce:

Adam Tkáč

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA

FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Institute of environmental engineering

**ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING WASTE FILTER
MATERIAL GENERATED FROM THE PRODUCTION OF BEER**

BACHELOR THESIS

Author:

Adam Tkáč

Supervisor:

Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student:

Adam Tkáč

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904R005 Environmentální inženýrství

Téma:

Analýza možnosti využití odpadního filtračního materiálu vznikajícího
při výrobě piva
Analysis of the possibilities of using waste filter material generated from
the production of beer

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl.
2. Technologie společnosti a její historie.
3. Analýza a využití odpadní křemeliny.
4. Návrhy a doporučení.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] KOSAŘ, Karel a Stanislav PROCHÁZKA. Technologie výroby sladu a piva. Praha 2: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2000. ISBN 80-902658-6-3.
- [2] BASAŘOVÁ, Gabriela, Jan ŠAVEL, Petr BASAŘ a Tomáš LEJSEK. Pivovarnictví: Teorie a praxe výroby piva. Praha 6: VŠCHT Praha, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7
- [3] BENEŠ, Bohumil. Odpadové hospodářství. Praha 1: Verlag Dashöfer, 2005. ISBN 80-86229-33-5
- [4] BRIGGS, Dennis E., Chris A. BOULTON, Peter A. BROOKES a Roger STEVENS. Brewing: Science nad practice. UK: Woodhead Publishing, 2004. ISBN 978-0-8493-2547-2.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

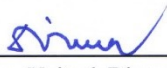
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Bouchal, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016


doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu





prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 29.4.2016



Adam Tkáč

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Renému Rojíčkovi za odbornou podporu, zpracování připomínek a vedení při tvorbě mé bakalářské práce. Dále děkuji společnosti Plzeňský Prazdroj, a.s., konkrétně managementu Pivovaru Radegast za poskytnutí informací potřebných pro tuto bakalářskou práci.

ANOTACE

Bakalářská práce se zaměřuje na analýzu využití odpadní křemeliny, která vzniká při výrobě piva. V první části práce je krátce popsán podnik a řízení odpadového hospodářství s cílem eliminovat dopady na životní prostředí. Detailněji je popsána společnost Plzeňský Prazdroj a jeden z jeho výrobních závodů Pivovar Radegast. K významným kapitolám patří proces filtrace piva, filtrační křemelina, typy křemeliny a její vlastnosti. Hlavní náplní praktické části je popis současného odstraňování odpadní křemeliny v Pivovaru Radegast a následná analýza možností využití odpadní křemeliny u oslovených odpadářských firem. Součástí praktické části jsou také výsledky laboratorní analýzy křemeliny.

Klíčová slova: Křemelina, Odpady, Filtrace piva, Pivovar, Analýza

SUMMARY

This thesis focuses on the analysis of waste kieselguhr utilization, which results in the beer production. The first part briefly describes the company and waste management in order to eliminate the impact on the environment. There is described the company Plzeňský Prazdroj and one of its factories Radegast Brewery in detail. The important chapters include beer filtration process, filtration kieselguhr, types of kieselguhr and its attributes. The main topic of the practical part is the description of the current waste kieselguhr removal in the Radegast Brewery and subsequent analysis of waste kieselguhr utilization in the addressed companies engaged in waste management. The results of laboratory analysis are the part of the practical part too.

Keywords: Kieselguhr, Waste, Beer Filtration, Brewery, Analysis

Obsah

1	Úvod	1
2	Podnik a řízení odpadového hospodářství	3
2.1	Podnik	3
2.2	Okolí podniku.....	3
2.3	Znečišťování odpady.....	4
2.3.1	Struktura legislativy odpadového hospodářství.....	4
2.3.2	Definice Odpadu.....	4
2.3.3	Druhy odpadů	5
2.3.4	Využívání a odstraňování odpadů	6
2.3.5	Další pojmy	6
2.4	Přehled odpadů a emisí z pivovarské výroby.....	7
2.4.1	Tuhé pivovarské odpady.....	8
2.4.2	Tuhé a plynné emise	8
3	Představení společnosti	9
3.1	Plzeňský Prazdroj, a.s.	9
3.2	Odpovědný výrobce	9
3.3	Pivovar Radegast.....	10
3.3.1	Popis oblasti závodu	11
3.3.2	Environmentální management.....	11
3.3.3	Proces výroby piva	12
3.4	Teorie filtrace piva	15
3.4.1	Způsoby oddělování pevné a kapalné fáze	15
3.4.2	Princip oddělování kalových částic	16
3.5	Filtrační materiály	16

3.6	Křemelina.....	16
3.6.1	Křemelina v průmyslu a zemědělství	16
3.6.2	Křemelina v pivovarství	17
3.7	Typy filtrů a praxe filtrace	20
3.8	Odpadové hospodářství Pivovaru Radegast.....	21
3.8.1	Produkce odpadů	21
4	Laboratorní analýza křemeliny	22
4.1	Sorpce plynu.....	22
4.1.1	Fyzisorpce.....	23
4.1.2	Chemisorpce	23
4.1.3	Adsorbenty	24
4.2	Adsorpční izotermy	24
4.2.1	Langmuirova izoterma.....	24
4.2.2	BET izoterma.....	25
4.3	Adsorbáty	25
4.4	Metody měření adsorpčních izoterem	25
4.5	Výsledky laboratorní analýzy křemeliny	26
5	Analýza možností využití odpadního filtračního materiálu	28
5.1	Současné odstraňování křemeliny v Pivovaru Radegast.....	28
5.2	Zpracování možností odstraňování křemeliny	29
5.2.1	Výběr odpadářských firem	29
5.2.2	Oslovení potenciálních firem	30
5.2.3	Porovnání nabídek	30
5.2.4	Analýza finančních nákladů navrhovaných procesů odstranění	32
6	Návrhy a doporučení	34

7	Závěr.....	35
8	Použitá literatura.....	36
8.1	Seznam obrázků:	40
8.2	Seznam tabulek:	40
8.3	Seznam grafů:.....	40
8.4	Seznam příloh.....	41

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

EMS - Environmentální systém managementu

FIFO - První dovnitř, První ven

HACCP - Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů ve výrobě potravin

IMS - Integrovaný systém řízení

ISO - Mezinárodní organizace pro normalizaci

OHSAS - Systém managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

PPAS - Plzeňský Prazdroj, a.s.

ÚKZUZ - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

WCM - Výroba světové úrovně

1 ÚVOD

Součástí strategických cílů většiny firem je zaměření na ochranu životního prostředí. Efektivní využívání přírodních zdrojů a co nejmenší zatěžování životního prostředí se stává důležitým cílem pro naplňování programu udržitelného rozvoje. Aktivita vedoucí ke snižování produkce odpadů a další jeho využití by měly mít pevné místo při řízení procesu ochrany životního prostředí u všech firem.

Cílem této bakalářské práce bude analyzovat potencionální možnosti využití odpadní křemeliny, vyhodnotit výhody a nevýhody jednotlivých variant, včetně ekonomických aspektů a výsledky uvedeného hodnocení předložit Pivovaru Radegast.

Téma bakalářské práce, týkající se odpadového hospodářství jsem si zvolil pro velký zájem o uvedenou oblast průmyslové ekologie, které bych se chtěl věnovat i profesně. Uvedenou analýzu jsem zpracovával v Pivovaru Radegast v období od listopadu 2015 do dubna 2016.

Pivovar Radegast je součástí společnosti Plzeňský Prazdroj, a.s., která je začleněna do nadnárodní korporace SABMiller plc. Plzeňský Prazdroj si zakládá na značce Odpovědného výrobce. Pivovar Radegast je významným podnikem působícím v Moravskoslezském regionu.

Pivo je po ukončení dokvašování a zrání v ležáckých tancích filtrováno pomocí křemelinové filtrace do přetlačných tanků. Pro filtraci piva se v pivovarech jako filtrační materiál používá křemelina. Křemelina patří mezi práškové filtrační materiály a z hlediska odpadu patří mezi tekuté pivovarské odpady.

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je popsán v obecné rovině podnik a jeho systém environmentálního řízení. Dílčí část je také věnována stručnému rozboru legislativy odpadového hospodářství, zejména zákonu o odpadech a jeho prováděcích předpisech. Dále pak je popsána společnost Plzeňský Prazdroj a zejména Pivovar Radegast, technologie výroby piva a odpadové hospodářství pivovaru.

Praktická část se bude zabývat popisem současného stavu odstraňování křemeliny a následná analýza potencionálních možností využití tohoto odpadu u regionálních firem

zabývající se odstraňováním odpadů. Součástí analýzy bude vyhodnocení variant dalšího využití křemeliny, včetně ekonomických aspektů navržených procesů.

Požadovaných hlavních cílů uvedené analýzy chci dosáhnout v první fázi práce realizací cílů dílčích, které jsou tyto:

- a) Detailní analýza odpadní křemeliny.
- b) Stanovit seznam všech potencionálních provozovatelů zařízení pro odstraňování nebo využití odpadů, které jsou dostupné v lokalitě pivovaru.
- c) Ověřit u uvedených provozovatelů potencionální možnosti pro odstranění, nebo využití odpadu uvedeného charakteru a množství.

Mezi hlavní a stěžejní cíle mé analýzy patří:

- d) Navrhnout nové možnosti odstranění, nebo využití odpadní křemeliny v lokalitě pivovaru, než je stávající systém kompostování.
- e) Vyhodnotit finanční aspekty u navrhovaných procesů odstranění nebo využití.

Podstatou výstupu mé bakalářské práce je poskytnout komplexní informace původci odpadu Plzeňskému Prazdroji, a.s. Pivovaru Radegast o aktuálním stavu a způsobilosti dostupných odpadářských firem v jeho okolí a navrhnout optimální způsob odstranění pro jeho konkrétní odpad včetně analýzy finančních nákladů za dané odstranění.

2 PODNIK A ŘÍZENÍ ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

Založení podniku a jeho fungování je doprovázeno celou řadou procesů, mezi které patří řízení odpadového hospodářství. [1]

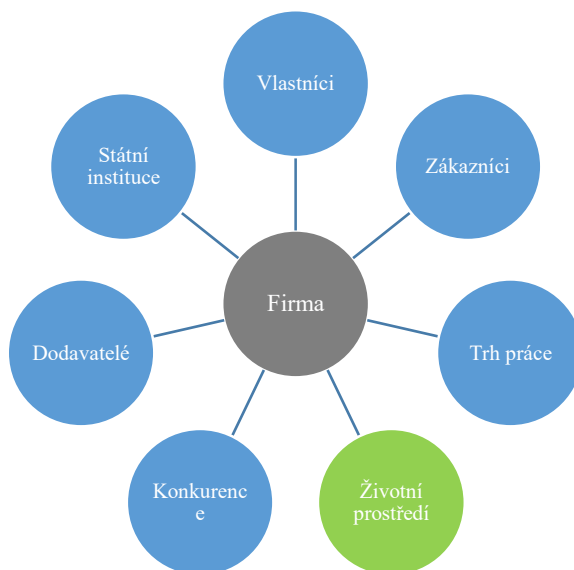
2.1 Podnik

Obchodní zákoník ho definuje jako:

„Podnikem se pro účely tohoto zákona rozumí soubor hmotných, jakož i osobních a nehmotných složek podnikání. K podniku náleží věci, práva a jiné majetkové hodnoty, které patří podnikateli a slouží k provozování podniku nebo vzhledem k své povaze mají tomuto účelu sloužit.“ [1]

2.2 Okolí podniku

Každý podnik v podmínkách tržní konkurence existuje proto, aby vyráběl produkt a za tento produkt inkasoval peníze. Podnik neexistuje odděleně od vnější reality a vstupuje do vzájemné interakce s tímto vnějším prostředím. Toto vnější prostředí nazýváme zájmovými stranami (viz obr. 1). Zájmové strany ovlivňují činnost podniku a naopak podnik působí svými aktivitami na tyto zájmové strany. Jednou ze stěžejních zájmových stran vzhledem k tématu bakalářské práce je životní prostředí. Šetrný vztah k životnímu prostředí lze považovat nejen za konkurenční výhodu, ale i za nutnost. [2]



Obr. 1.: Zájmové strany [Zdroj: Vlastní zpracování]

2.3 Znečišťování odpady

V současnosti je životní prostředí nadměrně zatěžováno množstvím odpadů všeho druhu. Za odpad se považuje to, co během výrobního procesu není přeměněno na užitnou hodnotu. [6]

2.3.1 Struktura legislativy odpadového hospodářství

Legislativní požadavky oblasti odpadového hospodářství jsou dány:

- Zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění. [3]

Mezi základní prováděcí předpisy tohoto zákona patří tyto vyhlášky:

- Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů) v platném znění.
- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. [3]

2.3.2 Definice Odpadu

Definice odpadu a problematiku odpadů nám upravuje zákon č.185/2001 Sb., o odpadech. [4]

„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.“ [4]

2.3.3 Druhy odpadů

Odpady dělíme z několika hledisek. Zásadní je členění podle nebezpečnosti odpadu vzhledem k životnímu prostředí. Podle legislativy se odpady dělí na [5]:

- Ostatní (O)
- Nebezpečné (N)

Nebezpečný odpad je charakteristický tím, že má takové fyzikální, chemické a biologické vlastnosti, které vyžadují speciální zacházení. Dále i odpad, který by mohl ohrozit zdraví člověka akutně i chronicky stejně jako prostředí. Seznam nebezpečných vlastností odpadů je uveden v tabulce 1. [5]

Tab. 1.: Nebezpečné vlastnosti odpadů [5]

Kód	Nebezpečná vlastnost odpadu
H1	Výbušnost
H2	Oxidační schopnost
H3-A	Vysoká hořlavost
H3-B	Hořlavost
H4	Dráždivost
H5	Škodlivost zdraví
H6	Toxicita
H7	Karcinogenita
H8	Žíravost
H9	Infekčnost
H10	Teratogenita
H11	Mutagenita
H12	Schopnost uvolňovat vysoce toxické nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami
H13	Senzibilita
H14	Ekotoxicita
H15	Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování

Podle původu vzniku dělíme odpady na [6]:

- Průmyslové - největší objem průmyslových odpadů představují hlušiny, haldy, výsyvky vydobyte z lomů a dolů při těžbě užitečných nerostů a surovin.
- Zemědělské – tyto odpady jsou zejména organického původu, a proto se většinou využívají jako krmiva a hnojiva. Zemědělské odpady jsou převážně recyklovány svým výrobním odvětvím.
- Komunální - jde o různorodý druh odpadu, kde patří domovní odpady jako například plasty, papír a sklo. Jsou zde také zastoupeny odpady obcí a měst a průmyslových podniků.

2.3.4 Využívání a odstraňování odpadů

Využívání a odstraňování odpadů probíhá rozmanitě od jednoduchých procesů až po velmi složité fyzikálně-chemické technologie. S produkovanými odpady je třeba nakládat tak, aby došlo co nejméně k zatížení životního prostředí. Zvolený způsob odstraňování musí být optimální jak z hlediska životního prostředí, tak i z hlediska ekonomického. Jednu část odpadů lze opětovně použít ve výrobním cyklu a druhou část odpadů, kterou nelze využít, je třeba vhodně odstranit. [6]

Optimálním způsobem hospodaření s odpady je bezodpadová technologie, kdy vstupní suroviny se výrobním procesem přemění na produkt bez vzniku odpadu. Dalším optimálním stupněm je využití odpadů, které se nazývá recyklace. Recyklace odpadů je jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití. Mezi procesy odstraňování odpadů řadíme termické způsoby, kompostování nebo skládkování. [6]

2.3.5 Další pojmy

K vybraným důležitým pojmům v odpadovém hospodářství patří [4]:

Odpadové hospodářství - činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností,

Nakládáním s odpady - shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů,

Shromažďování odpadů - krátkodobé soustředování odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady,

Skládka - zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem a provozované ve třech na sebe bezprostředně navazujících fázích provozu, včetně zařízení provozovaného původcem odpadů za účelem odstraňování vlastních odpadů a zařízení určeného pro skladování odpadů s výjimkou skladování odpadů,

Odstranění odpadů - činnost, která není využitím odpadů, a to i v případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie,

Sběr odpadů - soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem jejich předání k dalšímu využití nebo odstranění,

Původce odpadů - právnická osoba, při jejíž činnosti vznikají odpady, nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, při jejíž podnikatelské činnosti vznikají odpady. Pro komunální odpady vznikající na území obce, které mají původ v činnosti fyzických osob, na něž se nevztahují povinnosti původce, se za původce odpadů považuje obec. Obec se stává původcem komunálních odpadů v okamžiku, kdy fyzická osoba odpady odloží na místě k tomu určeném; obec se současně stane vlastníkem těchto odpadů,

Osoba způsobilá k převzetí odpadů - k převzetí odpadu do svého vlastnictví je oprávněna pouze právnická osoba nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, která je provozovatelem zařízení k využití nebo k odstranění nebo ke sběru nebo k výkupu určeného druhu odpadu, nebo osoba, která je provozovatelem zařízení podle § 14 odst. 2, nebo za podmínek stanovených v § 17 též obec,

Katalogové číslo odpadu - šestimístné číslo, které charakterizuje daný odpad dle jeho kategorie, druhu a sféry jeho vzniku.

2.4 Přehled odpadů a emisí z pivovarské výroby

Při výrobě piva vznikají tuhé pivovarské odpady a tuhé a plynné emise. [7]

2.4.1 Tuhé pivovarské odpady

Množství odpadů produkovaných pivovary závisí na jejich kapacitě, vybavení a hospodaření se surovinami. Tyto odpady lze rozdělit na [7]:

- Recyklovatelné odpady
- Odpady ukládané na skládku
- Nebezpečné odpady

2.4.2 Tuhé a plynné emise

Pivovar produkuje tuhé a plynné emise podle toho, jaké topné médium a zařízení používá. Mezi tyto tuhé a plynné emise patří popílek, oxidy síry, oxidy dusíku, oxid uhelnatý a uhlovodíky. [7]

3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

3.1 Plzeňský Prazdroj, a.s.

Plzeňský Prazdroj (viz obr. 2) je společnost, která je významným výrobcem a exportérem českého piva. Celkový objem produkce dosahuje téměř 9 miliónů hektolitrů a na českém pivním trhu je s padesátiprocentním podílem největším výrobcem. [8]



Obr. 2.: Plzeňský Prazdroj [9]

Portfolio značek Plzeňského Prazdroje tvoří: Pilsner Urquell, Gambrinus, Radegast, Velkopopovický Kozel, Birell, Master, Frisco, Fénix, Primus a Klasik. [10]

Plzeňský Prazdroj byl založen roku 1842 a svá piva vaří ve čtyřech pivovarech, v Plzeňském Prazdroji a Gambrinusu v Plzni, v Radegastu v Nošovicích a pivovaru Velké Popovice ve středních Čechách. Plzeňský Prazdroj je členem společnosti SABMiller plc, druhé největší pivovarnické společnosti na světě. [9]

SABMiller působí ve více než 80 zemích, zaměstnává více než 69 000 zaměstnanců a vyrábí více než 200 značek piv. [11]

3.2 Odpovědný výrobce

PPAS je zapojen do odpovědnostního programu udržitelného rozvoje, kde naplňuje 10 priorit. Odpovědný přístup propojuje firmy se širší společností a buduje dobré vztahy. Cílem je efektivně využívat přírodní zdroje a naplňovat očekávání spotřebitelů a obyvatel regionů, ve kterých PPAS působí. Pivovary usilují o dosažení nejvyšších environmentálních standardů. [8]

V pivovarech Plzeňského Prazdroje je zaveden systém environmentálního managementu podle normy ISO 14001, systém řízení kvality ISO 9001, systém pro bezpečnost a nezávadnost potravin HACCP (dle ISO 22 000) a systém řízení bezpečnosti práce a ochrany zdraví s normou OHSAS 18 001. [8]

Naprostou většinu odpadů vznikajících při výrobě piva představují vedlejší produkty organického původu, které se dají vrátit do přírodního koloběhu, a proto je dlouhodobým cílem provoz s nulovým odpadem. Nejen při výrobě piva, ale i při činnostech v dalších provozech se společnost snaží k co nejmenšímu zatěžování životního prostředí a snižování celkového objemu produkovaného odpadu, dále podpora jeho dalšího využití zejména v zemědělství a pro recyklaci. [12]

Všechny čtyři pivovary mají zavedený systém třídění odpadů, a to jak v provozních oblastech, tak v administrativních prostorech a ve všech distribučních centrech. [13]

Důkazem neustálého zlepšování ve vztahu k ochraně životního prostředí je i projekt zpětného odběru použitých baterií a akumulátorů. [14]

3.3 Pivovar Radegast

Pivovar Radegast je nejmladší a třetí největší pivovar v České republice. Jeho základní kámen byl položen v roce 1966 a první várka Radegastu byla uvařena 3. prosince 1970. Dominanta Nošovic, podhorské obce, která je známá právě díky pivovaru, spadala do poloviny roku 1990 pod závody Severomoravských pivovarů v Přerově. Poté se stal samostatným státním podnikem a po privatizaci v roce 1991 začíná nošovický Pivovar Radegast a.s. psát novou, významnou kapitolu v dějinách českého pivovarnictví. [15]

Respekt mezinárodní úrovně si Pivovar Radegast vydobyl v roce 1995, kdy mu renomovaná anglická společnost Lloyds Register Quality Assurance Limited jako prvnímu potravinářskému podniku v ČR udělila prestižní certifikát ISO 9000 za zavedený systém řízení jakosti dle této mezinárodní normy. Podobné ocenění, certifikát ISO 14001 za zavedený systém řízení ochrany životního prostředí, obdržel Pivovar Radegast od auditorské firmy Det Norske Veritas v červnu 1999 jako vůbec první pivovar v ČR. [15]

Od roku 1999 se produkce pivovaru Radegast začlenila pod společnost Plzeňský Prazdroj. Radegast tedy spadá do celosvětové rodiny globální skupiny SABMiller plc. Současná roční produkce pivovaru je téměř 1,9 milionů hektolitrů piva. Vyráběné pivo

Radegast je dlouhodobě nejoblíbenějším pivem na Moravě a nealkoholické pivo Birell patří k nejoblíbenějším nealkoholickým pivům v České republice. [15]

3.3.1 Popis oblasti závodu

Pivovar Radegast je součástí obce Nošovice, která se nachází v nadmořské výšce 346 metrů. Hlavními důvody pro výstavbu byly klimatické podmínky podhůří Beskyd a dostatek kvalitní horské vody z řeky Morávky. Radegast zaujímá rozlohu o 20 hektarech. Obcí protéká řeka Morávka, která slouží jako zdroj vody pro výrobu piva. GPS souřadnice oblasti jsou 49.6617514N, 18.4281558E. [16]

3.3.2 Environmentální management

Systém managementu jakosti je charakterizován rozvíjením integrovaného systému managementu (IMS), kterým rozumíme integraci zavedených a certifikovaných systémů managementu jakosti, environmentu, bezpečnosti a ochrany zdraví (ISO 9001, ISO 14 001, OHSAS 18 001, ISO 22 000). Za podpůrný subsystém managementu lze považovat WCM, neboli Výroba na světové úrovni. [3]

Subsystém WCM se zaměřuje na odstranění veškerých forem plýtvání a činností, které nepřidávají hodnotu. Tento subsystém se opírá o principy neustálého zlepšování všemi zaměstnanci. [17]

Co se týká podrobněji normy ISO 14 000, tak tato mezinárodní norma specifikuje požadavky na systém environmentálního managementu – EMS. Z norem ISO řady 14 000 je právě norma ISO 14 001 tou, podle jejíž požadavků se systém zavádí a certifikuje. Toto druhé vydání ruší a nahrazuje první vydání (ISO 14001:1996), které bylo technicky revidováno (schváleno CEN dne 13.11. 2004). [3]

Podstatou uvedené normy je eliminace nebo úplné odstranění negativních dopadů na životní prostředí a prevence znečišťování. Norma nestanovuje žádné absolutní požadavky na environmentální chování organizace, klade však důraz na dodržování legislativních předpisů jednotlivých složek životního prostředí (odpady, ovzduší, vody, chemické látky, apod.). Pomyslnou přidanou hodnotu, kterou získáváme, prostřednictvím implementace požadavků této normy, dosahujeme realizací environmentálních programů, které si stanovujeme na základě identifikovaných environmentálních aspektů. [3]

Mezi hlavní přínosy zavedeného systému EMS, patří [3]:

- Snížení rizika ekologických havárií, za něž nese společnost odpovědnost
- Rozšíření záruk za plnění právních a jiných požadavků
- Hospodárnější využívání energií, surovin a zdrojů
- Podpora stávajícího systému managementu organizace
- Získání konkurenční výhody
- Podpora procesu neustálého zlepšování
- Vylepšení image společnosti

3.3.3 *Proces výroby piva*

Pivo patří mezi nejstarší nápoje na světě. Pivo je kvašený alkoholický nápoj hořké chuti vyráběný v pivovaru z obilného sladu, vody a chmele pomocí pivovarských kvasinek. Českému trhu vévodí světlé ležáky. [18]

3.3.3.1 *Výroba sladu*

Základní surovinou pro výrobu sladu je ječmen. Ječmen patří mezi nejstarší kulturní rostliny. Jednotlivé fáze při výrobě sladu tvoří máčení, klíčení, sušení a závěrečné úpravy sladu [19]:

Máčení

Při máčení je zrna dodána potřebná vegetační voda, která má význam pro klíčení. Máčení se provádí v nádobách, které se nazývají náduvníky a proces máčení trvá 48 hodin. [19]

Klíčení

Klíčení ječmene probíhá na posuvných hromadách, kdy dochází k chemickým, biochemickým, fyziologickým a fyzikálním změnám ječného zrna vedoucí k rozluštění zrna. Výsledným meziproduktem klíčení je zelený slad. [19]

Sušení

Cílem sušení je snížit obsah vody v zeleném sladu, zastavit vegetační procesy a redukovat část enzymových aktivit. Sušení, nebo-li hvozdění probíhá na hvozdu. [19]

Závěrečné úpravy sladu

Po ukončení hvozdní a převedení sladu do skladovacích prostor se provádějí závěrečné úpravy, mezi které patří ochlazení sladu, odklíčení, vyčištění, odprašnění a zvažení. [19]

K nejvýznamnějším vyráběným sladům patří světlý slad plzeňského typu, určený pro světlá piva a tmavý slad mnichovského typu pro tmavá piva. Pro výrobu speciálních piv se používá karamelový slad. [20]

3.3.3.2 Výroba piva

Výroba mladiny

Mladina se připravuje ze sladu, z vody a chmele. Výroba mladiny probíhá ve varně pivovaru (viz obr. 3). [7]



Obr. 3.: Budova varny v Pivovaru Radegast [Foto autor: Tkáč, 2016]

Cílem varního zpracování je převést za pomoci enzymů extraktivní látky sladu do roztoku. Následně získaný extraktivní roztok sladiny se oddělí od nerozpustných zbytků sladového zrna, tzv. mláta, a povařením mladiny s chmelem produkt ohořčit a tepelně stabilizovat. Získaná mladina je po odloučení kalů a ochlazení připravena pro kvasný proces. [21]

Kvašení piva

Při kvašení piva dochází k řízené přeměně sacharidů na alkohol a CO₂ a současně se vytváří vhodné organoleptické vlastnosti piva. Při kvašení je vytvářen chuťový charakter

piva. Získané mladé pivo je připraveno pro dokvašování a zrání. Kvašení piva probíhá v cylindrokonických tancích. Cylindrokonické tanky představují nejmodernější a nejpoužívanější technologii na úseku hlavního kvašení. Doba hlavního kvašení je mezi 6 až 10 dny. [21]

Dokvašování a zrání piva

Při procesu dokvašování a zrání piva dochází k pomalému zkvašování sacharidů při nízkých teplotách za účelem nasycení a fixace oxidu uhličitého v pivu, se současným zajištěním vyčeření a organoleptickou zralostí piva. Dokvašování a zrání piva probíhá v ležáckém sklepe v ležáckých nádobách. Celková doba dokvašování a zrání piva je různá v závislosti na druhu piva. [22]

Filtrace piva

Filtrace piva je proces, kdy se z piva oddělují zákalotvorné částice a snižuje se počet bakterií, které se neoddělily sedimentací na konci kvašení. Filtrace piva slouží k tomu, aby se před stáčením do obalu nezměnil chuťový charakter piva po dobu několika měsíců. [21]

Stáčení piva

Oddělení stáčíren představuje významnou součást pivovaru. Stěžejní objem piva je v současné době stáčen do dvou obalů, kterými jsou skleněné láhve a hliníkové sudy. Řízení procesu stáčení je značně automatizováno. [7]

Pivo může být stočeno do několika obalů. Celosvětově největší zastoupení mezi obaly mají láhve, které se dále dělí na vratné a nevratné. Dalšími obaly jsou sudy, plechovky nebo PET láhve. [23]

Na lince láhvového piva jsou prázdné láhve v prvním kroku umývány 2% horkým roztokem hydroxidu sodného a vodou v myčce lahví. Pak láhve směřují do plniče, kde se provádí proces plnění v ochranné atmosféře oxidu uhličitého. Po uzavření láhve korunkou láhve vstupují do lepičky etiket, která naplněné láhve opatří etiketami a označí datem plnění. Označené láhve jsou ukládány do přepravek a jsou připraveny k expedici. [24]

Na lince sudů se prázdné sudy omývají zvenčí pomocí kartáčů a horké vody, zevnitř se omývají kyselými sanitačními roztoky. Proces mytí je ukončen horkou pitnou vodou a sterilizací parou o teplotě 130°C. Pak umyté sudy směřují k plnění oxidem uhličitým a k

naplnění předem zpasterizovaným pivem. Tyto naplněné sudy jsou připraveny k expedici. [24]

Skladování a distribuce piva

Pivo na paletách je dočasně uskladněno ve skladech a proces skladování probíhá podle metody FIFO. Mezi důležitá kritéria pro skladování piva v ideálních podmínkách patří čistota a teplota skladu. Distribuci piva k zákazníkovi rozdělujeme na primární a sekundární. Při primární distribuci pivo směřuje do meziskladu a pak k zákazníkovi, kdežto při sekundární distribuci se závoz piva provádí přímo k zákazníkovi. [25];[26]

3.4 Teorie filtrace piva

Filtrace piva je v tisícileté tradici jeho výroby poměrně mladou technologickou disciplínou. Přesto má však v moderním pivovarnictví velmi významné místo. Představuje totiž důležitý kvalitativní faktor. Jiskrnost a biologická trvanlivost piva rozhoduje do značné míry o celkovém hodnocení výrobku spotřebitelem, neboť první vizuální dojem často určuje stupeň obliby piva. [27]

Během filtrace piva se oddělují zákalotvorné částice a zbylé kvasničné buňky a redukuje se rovněž množství bakterií, které se v průběhu sedimentace neoddělily při skončení hlavního kvašení. Důležité je také oddělit (odloučit) zákalotvorné podíly, které mohou ve stočeném pivu v transportním obalu vytvořit zákal. [28];[29]

3.4.1 Způsoby oddělování pevné a kapalné fáze

Oddělení pevné a kapalné fáze se provádí [21]:

- Sedimentací – vzniká oddělováním díky rozdílné měrné hmotnosti.
- Filtrací – filtrovaná kapalina protéká porézní filtrační přepážkou, na které se uchycuje pevná fáze a vytváří se tak filtrační vrstva.

Filtrační přepážka není dostatečně průchodná, aby zaručovala co největší průtok filtrované kapaliny, ale musí zadržet co nejvíce pevných částic.

3.4.2 *Princip oddělování kalových částic*

Při filtraci piva lze uplatňovat tři efekty [21]:

- Sítový efekt
- Mechanické zachycování částic ve filtrační vrstvě
- Adsorpční efekt

Částice, které musí být během filtrace odděleny, rozdělujeme podle velikosti na [21]:

- Hrubé disperzní podíly - bývají rozpoznatelné mikroskopem. Sem řadíme kvasinky a částečně bakterie
- Koloidní částice - zahrnují především bílkoviny s molekulovou hmotností vyšší než 60 000. Zlepšují pěnivost a plnost chuti, chemickou stabilitu naopak zhoršují
- Molekulárně disperzní látky - jsou rozpuštěny v pivu, avšak nejsou zjištěné mikroskopem. Jde převážně o hořké látky a anthokyanogeny

3.5 Filtrační materiály

Filtrační materiál je prášková substance, která se naplavuje na filtrační přepážku. Filtrační materiály se dělí do tří základních skupin [7]:

- **vláknité:** syntetické tkaniny, pivovarská hmota,
- **zrnité a práškovité:** perlity, křemeliny, silikagely a aktivní uhlí,
- **pórovité:** membrány z plastu, kovu a keramiky.

V minulosti byl vzhledem ke svému velmi dobrým absorpčním vlastnostem používán azbest jako filtrační materiál. Dnes je však ze zdravotních důvodů jeho používání zakázáno. V současnosti výrobci filtračních materiálů nahrazují azbest celulózu. [21]

3.6 Křemelina

3.6.1 *Křemelina v průmyslu a zemědělství*

Křemelina má bohaté využití v průmyslu a v zemědělství. Plodiny jako luštěniny, obiloviny a ořechy poprášené křemelinou jsou chráněny před plísněmi a brouky.

Křemelinu lze také využít jako absorbent při úniku toxických látek, k čemuž dochází většinou při nehodách na silnicích. [30];[31]

Pokud křemelinu za pomoci vysoké teploty okolo 1000°C upravíme, tak se přemění v krystalickou formu. Tento proces se odborně nazývá kalcifikace. Kalcifikovaná křemelina se především využívá jako filtrační médium, zejména ve vinařství, pivovarství či bazénové chemii. Díky své vysoké pórovitosti je křemelina dobrým tepelným izolačním materiálem. [32]

Současné způsoby odstranění křemeliny nemůžeme považovat za uspokojivé s ohledem na udržitelný rozvoj. [33]

3.6.2 Křemelina v pivovarství

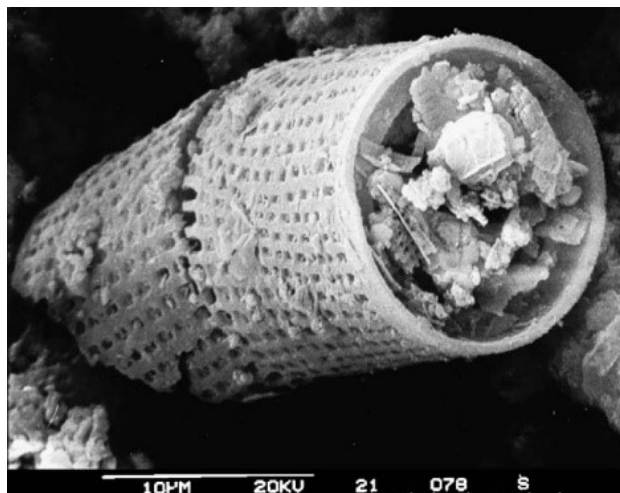
3.6.2.1 Křemelina

Křemelina je v současné době nejrozšířenější filtrační materiál při výrobě piva. [7]

Křemelina se získává povrchovou těžbou z křemelinových ložisek, která pochází z období třetihor a čtvrtohor, ale také vznikají i v dnešních vodních pánvích v chladnějších oblastech. Křemelinová ložiska se vyskytují v mnoha částech světa, včetně Dánska, Německa, Číny a USA [34]. Nejznámější je ložisko Lompoe v Kalifornii. Ložiska křemeliny najdeme i u nás, např. v jižních Čechách, avšak hloubka vrstvy je výrazně nižší. V současnosti se vytěží zhruba 1,8 milionů tun křemeliny ročně, přičemž jedna třetina pochází z USA. Odhaduje se, že v současných křemelinových ložiscích zbývá 900 milionů tun křemeliny. [35];[36]

Křemelina je složena z velmi drobných skořápek pravěkých rozsivek (diatomaceí) z oxidu křemičitého. Tyto rozsivky žily v mořích v počtu asi 15 000 druhů. Jejich fosilie pokrývaly dna těchto moří v silných vrstvách. V dnešní době je díky pohybům zemské kůry můžeme najít v ložiscích, která mívají výšku až několik set metrů. [21]

Křemelina se liší ve svém složení v závislosti na tom odkud pochází a z jakých druhů rozsivek se skládá. Křemelinové částice se vyskytují v široké škále forem, ve tvaru jehly, kulatého tvaru (viz obr. 4) či kvádrů. Povrch křemeliny se střídá s četnými dutinami a póry, z nichž mnohé dosahují velikosti mikrometru. [37];[38]



Obr. 4.: Elektronový mikrosnímek z válcového pláště rozsivek [39]

3.6.2.2 Typy křemeliny

Křemelinové prášky pro použití v pivovarnictví jsou připravovány sušením a mletím suroviny.

- Sušená křemelina - surová křemelina je sušena v rotační peci o teplotě 400 °C. Přírodní forma diatomaceí se při takové teplotě neporuší a zachová si tak svou porozitu. Křemelina vyrobená takovým způsobem se používá k nejostřejší filtraci. [21]
- Nejvíce efektivní filtrace bylo dosaženo s použitím kalcinované křemeliny připravené zahříváním suroviny v rotačních bubnech o teplotě 600 °C až 800 °C. Vznikají tedy větší částice, ale vnitřní struktura zůstává stejná. Křemelina má v tomto případě větší průtočnost. [21]
- Tekutá kalcinovaná křemelina – při kalcifikaci se přidává k surové křemelině chlorid sodný či uhličitan sodný. Tyto soli se přidávají z toho důvodu, aby se snížil bod tání oxidu křemičitého. Teplota v rotačních bubnech může dosahovat až 900 °C. Při spékání vznikají ještě větší částice a tak dochází k vázání anorganických oxidů železa a hliníku na obtížně rozpustné silikáty. Křemelina má bílou barvu a vysokou průtočnost, která slouží k prvnímu náplavu. [21]

3.6.2.3 *Vlastnosti křemeliny*

Chemické složení křemelin

Hlavní složkou křemeliny je křemík. Jeho obsah se vyjadřuje jako oxid křemičitý, přičemž ve filtračních křemelinách se pohybuje od 80 do 90%. Podle kvality surové křemeliny a použitého způsobu úpravy obsahují dodávané křemeliny různá množství železa, hliníku, titanu, vápníku, hořčíku a alkalických kovů. [7]

Fyzikální vlastnosti křemelin

Hlavním kritériem křemeliny je průtočnost. Dalo by se říct, že průtočnost křemeliny je přímo úměrná její jemnosti. Čím jemnější křemelinu k filtraci použijeme, tím docílíme ostřejší filtrace. Měli bychom tedy hledat kompromis mezi ostrostí filtrace a množstvím piva, které zfiltrujeme. Proto každý výrobce nabízí hned několik druhů křemeliny. [21]

Důležitou vlastností křemeliny je její porozita. Při výběru křemeliny je důležité znát její hmotnost za sucha a objem za mokra, který informuje o zaplnění kalového prostoru. Jakmile je hodnota vyšší musíme počítat s větší spotřebou. Spotřeba je závislá na objemu zfiltrovaného piva na jeden náplav, což je určeno filtrovatelností piva, dále volbou odpovídající filtrační směsi a kapacitními možnostmi filtrační linky. Současné způsoby odstranění křemeliny nemůžeme považovat za uspokojivé s ohledem na udržitelný rozvoj, proto je snaha ji recyklovat. [21];[40]

Ostatní vlastnosti křemelin

Hodnota pH kalu křemeliny je závislá na hodnotě pH z filtrovaného média a také po jakou dobu byl křemelinový kal uložen a jaké byly jeho podmínky skladování. Hodnota pro pH se pohybuje od 6,1 do 6,8. Hustota vlhkého kalu křemeliny se mění v závislosti na jeho obsahu vody. Hustota se pohybuje v rozmezí od 1 090 do 1 160 kg/m³. [41];[42]

K dalším vlastnostem patří sypná hmotnost, podíl těžších částic, granulometrické složení a měrná hmotnost. [7]

3.7 Typy filtrů a praxe filtrace

Masový filtr

Masový filtr dnes můžeme v České a Slovenské republice pouze najít v pivovarském muzeu. Ve většině pivovarů byla piva po dlouhá léta právě filtrována přes tyto filtry. [24]

Naplavovací filtr

Dnes nejčastěji využívané naplavovací filtry můžeme rozdělit na [21]:

- Deskový naplavovací filtr - je složen ze dvou pevných čel, která jsou spojena vodicími tyčemi, na kterých jsou postaveny filtrační rámy a pohyblivé čelo [43].
- Svíčkový naplavovací filtr - patří mezi nejpoužívanější typy křemelinového filtru. Obsahuje válcovou tlakovou nádobu s kónickým dnem. Pod horním víkem je deska, na které jsou zavěšeny filtrační svíčky. Svíčkové filtry (viz obr. 5) vyráběny v dnešní době jsou konstrukčně velice náročné a bývají vybaveny řadou pomocných zařízení.
- Síťový filtr - skládá se z válcové tlakové nádoby s hřídelem, která slouží k přívodu a odvodu filtrovaného piva z vodorovných kruhových filtračních článků. Spodní část filtračního článku bývá plná, horní je tvořena sítí z nerezového drátu, které vytváří filtrační přepážku. Průběh filtračního cyklu je podobný jako u svíčkového filtru.



Obr. 5.: Svíčkový filtr [Foto autor: Tkáč, 2016]

3.8 Odpadové hospodářství Pivovaru Radegast

Pivovar Radegast produkuje odpady různých velikostí, stupně nebezpečí a vlastností. Proto má vytvořená kritéria pro separaci odpadů na kategorie [44]:

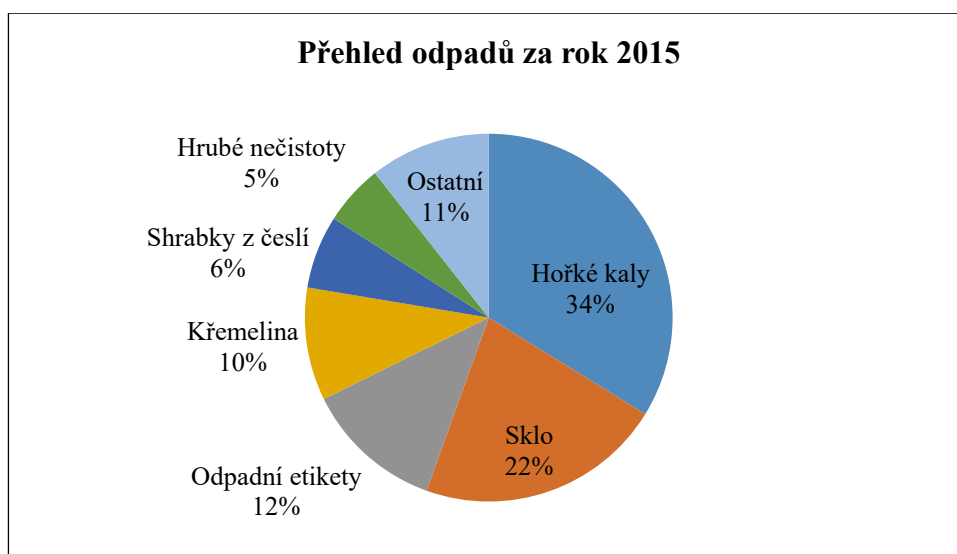
- Odpad kategorie O – ostatní odpad, který nemá žádnou nebezpečnou vlastnost.
- Odpad kategorie N – odpad mající jednu nebo více nebezpečných vlastností.

Odpady kategorie O se u jednotlivých středisek separují a shromažďují podle jednotlivých druhů v určených nádobách a na určených místech. Z těchto shromažďovacích míst se po naplnění shromažďovacích nádob odpady předávají do skladu ostatních odpadů závodu.

Odpady kategorie N se separované shromažďují dle jednotlivých druhů ve shromažďovacích nádobách, a po naplnění shromažďovacích nádob převáženy do skladu nebezpečných odpadů závodu, kde jsou skladovány, až do doby zajištění jejich předání oprávněné osobě. [44]

3.8.1 Produkce odpadů

V roce 2015 Pivovar Radegast vyprodukoval 2 740 tun odpadů. Graf 1 zachycuje podíly objemově nejvýznamnějších odpadů. Filtrační křemelina tvoří jednu desetinu všech odpadů. [45]



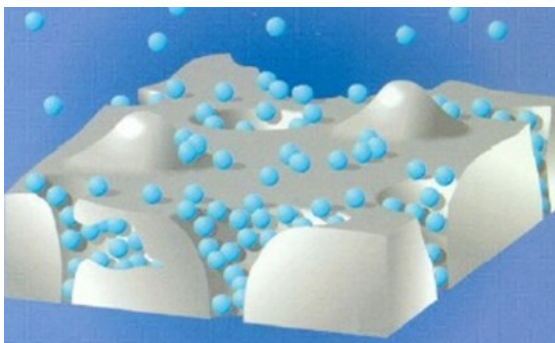
Graf 1.: Odpady Pivovaru Radegast [44]

4 LABORATORNÍ ANALÝZA KŘEMELINY

V této kapitole se více zaměříme a seznámíme s problematikou měření plochy povrchu pevných látek a určování jejich porozity pomocí sorpce plynu. [46]

4.1 Sorpce plynu

Jde o vlastnost povrchu všech pevných látek, které mají tendenci přitahovat molekuly okolních plynů, s kterými přichází do kontaktu. Pozorováním a řízením tohoto procesu lze získat mnoho užitečných informací a charakteristik pevné látky. Pokud tedy uvedeme za vhodných podmínek v uzavřeném sledovaném objemu plyn do styku s tuhou látkou, tak se tlak plynu zmenší a na povrchu tuhé látky dojde k zhuštění plynu. Adsorbentem rozumíme látku, na jejímž povrchu došlo k adsorpci (viz obr. 6). Použitý plyn se pak nazývá adsorbát. Rovnováhu mezi plynnou fází a adsorbovanou vrstvou nazýváme adsorpční rovnováha a tlak plynu nazýváme rovnovážný. Molekula plynu, která přilnula k povrchu adsorbentu, se nazývá adsorbovaná molekula. Opačným procesem je desorpce, tedy odebrání molekul plynu z povrchu. [46]



Obr. 6.: Znárodnění adsorpce molekul plynu na povrchu pevné látky [46]

Adsorpce plynů nám poskytuje velmi důležité informace, jako je například specifická plocha povrchu a porozita. Plocha povrchu vzorku obsahuje plochu vnějšího a vnitřního povrchu externě dostupných pórů. [46]

Pokud je patrné, jakou plochu zaujme molekula plynu za určitých podmínek v adsorbovaném stavu, a určí se množství plynu adsorbovaného na známém množství zkoumaného vzorku, potom lze vypočítat jeho povrch, který u jemně pórovitých látek nelze zjistit jiným způsobem. [47]

Pomocí tohoto jevu je možné vytvořit tzv. experimentální křivku, adsorpční izotermu, která udává závislost objemu adsorbovaného plynu na jeho rovnovážném tlaku při konstantní teplotě. [47]

Díky tomu, že adsorbovatelnost látek stoupá s rostoucí hmotností molekul, je možno na základě adsorpce odstraňovat ze vzduchu škodlivé vysokomolekulární plyny a páry. Na takovém principu fungují protiplynové masky s filtry plněnými aktivním uhlím. Řízený proces sorpce může také sloužit k zjišťování morfologie a textury povrchu vzorků, ale i k určování specifické plochy povrchu a k výpočtu distribuce šířek pórů a jejich objemu a tvaru. Získané poznatky se mohou využívat např. při výrobě léčiv, stavebních a adsorpčních materiálů, práškových materiálů a keramiky. [46]

Síly, jimiž jsou molekuly plynu poutány k povrchu vzorku poutány, mohou být různé podstaty. Proto se adsorpce rozděluje podle interakční energie mezi plynem a měřenou látkou na fyzikální a chemickou, zkráceně tedy na fyzisorpci a chemisorpci. [47]

4.1.1 Fyzisorpce

Inertní či málo reaktivní plyny, např. argon, dusík a krypton, bývají na povrchu pevné látky vázány van der Waalsovými silami. Adsorpce, která je vyvolaná těmito silami se nazývá fyzisorpce a vyznačuje se nízkými hodnotami adsorpční energie. Fyzisorpce se také vyznačuje tím, že adsorpční rovnováha mezi adsorbovanými a volnými molekulami se určuje velmi rychle, a to jak při zvyšování i snižování tlaku plynu. Fyzisorpce se proto označuje jako reverzibilní, což je vratný proces, ke kterému lze dospět např. změnou tlaku nebo teploty. [48]

4.1.2 Chemisorpce

Mnoho plynů reaguje s povrchem za pomoci chemické vazby. V takových případech, např. při adsorpci vodíku na některé kovy (měď, nikl), dochází ke vzniku chemické vazby za tvorby sloučenin typu hybridů. Chemický charakter sil mezi adsorbovanými molekulami a pevnou látkou vystihuje typ adsorpce, který se označuje jako chemisorpce. Je charakteristická svou ireverzibilitou (jedna vytvořená vrstva zůstane zčásti zachována i po vyčerpání plynu ze soustavy). Chemisorpce se od fyzisorpce liší tím, že odpovídající adsorpční energie jsou o hodně vyšší. Dále také tím, že k ní dochází při vyšších teplotách než u fyzisorpce. Při chemisorpci vždy vznikne pouze jedna vrstva adsorbovaných

molekul. Chemisorpci lze využít především pro měření plochy povrchu kovů, které jsou jako katalyzátory dopovány do nějaké látky. V porovnání s fyzisorpcí ovlivňuje chemisorpci zejména vznik silných chemických vazeb mezi adsorpčními molekulami a oblastmi povrchu. [49]

Chemisorpce se využívá hlavně pro zjištění počtu povrchově aktivních míst, která jsou vhodná pro probíhání chemických a katalytických reakcí. [49]

4.1.3 Adsorbenty

Jsou to materiály s vysokou sorpční schopností plynu, které na sebe adsorbují vhodný plyn (látku), např. za účelem vhodnější manipulace. Plocha povrchu adsorbentů záleží především na jejich struktuře, čím více pórů obsahují, tím mají větší plochu, která má vliv na povrchové reakce. Adsorbenty se většinou používají ve formě sférických částic, tyčinek nebo úlomků krystalů s velikostí nejčastěji mezi 0,5 až 10 mm. Adsorbenty musí mít vysokou abrazivní odolnost, vysokou teplotní stabilitu a malý průměr pórů, které zvyšují dostupnou plochu povrchu a tedy kapacitu adsorpce. Mezi často využívané adsorbenty patří zeolity. Jsou to přírodní nebo syntetické aluminosilikáty, které tvoří pravidelnou krystalovou mřížku s molekulárními póry. Nejběžnějším adsorbentem s vysokou plochou povrchu je aktivní uhlí. Aktivní uhlí je produkt vyráběný z uhlí, dřeva či kokosových ořechů. Aktivní uhlí bývá často využíváno pro adsorpci organických sloučenin a pro čištění odpadních plynů a vod. [47]

4.2 Adsorpční izotermy

V průběhu adsorpce mezi adsorbovanou vrstvou a plynnou fází vznikne dříve nebo později rovnováha. Množství adsorbovaného plynu je za konstantní teploty závislé na tlaku adsorbujícího plynu. Grafické znázornění množství plynu adsorbovaného na povrchu vzorku při různých tlacích plynu se nazývá adsorpční izoterma. [48]

4.2.1 Langmuirova izoterma

V roce 1916 Irving Langmuir odvodil novou izotermu pro plyny adsorbované na pevné látce. Jedná se opět o jednodušší rovnici adsorpční izotermy, která vyhovuje pro některé případy jednovrstvové adsorpce. [48]

4.2.2 BET izoterma

V roce 1938 Stephen Brunauer, Paul Hugh Emmett a Edward Teller definovali izoterma, která uvažuje výše uvedenou skutečnost. Je to významné pravidlo pro fyzisorpci molekul plynu na povrchu pevných látek a bývá základem analytické metody pro měření specifické plochy povrchu materiálů, zkráceně se označuje jako BET teorie. Pro využití této metody vznikla mezinárodní norma ISO 9277:1995, která slouží ke standardizaci v měření specifické plochy povrchu fyzisorpcí plynu a vyhodnocování BET metodou. Podstatou teorie je rozšíření Langmuirovy teorie o další předpoklady, že molekuly plynů fyzisorbují na pevnou látku ve vrstvách, že adsorpční vrstvy mezi sebou neinteragují, a že Langmuirovu teorii lze použít na každou vrstvu až do prvního zkapalnění adsorbátu. [49]

4.3 Adsorbáty

Dusík je při teplotě 77 K nejpoužívanějším adsorbátem, který slouží k určování plochy povrchu a distribuci velikosti pórů. Pro spolehlivé zhodnocení distribuce velikosti pórů a hlavně mikropórů je vhodné použít i jiné plyny, které mají menší rozměr molekul. Alternativní technikou k adsorpci plynu, využívanou k analýze velikosti makropórů, je např. rtuťová porozimetrie. [50]

4.4 Metody měření adsorpčních izoterem

Pro měření množství adsorbovaného plynu se v praxi využívají různé metody. Jsou to například metody volumetrické, gravimetrické, kalorimetrické nebo spektroskopické, avšak jako nejčastější metoda se uvádí právě metoda volumetrická. Jsou navrženy pro měření dusíkových nebo kryptonových izoterem při teplotě 77 K a argonových při teplotě 87 K. Termínem „volumetrický“ rozumíme adsorbované množství, jenž je odvozeno z měření změny tlaku plynu při změně jeho objemu. Izoterma je nejčastěji zaznamenávána bod po bodu diskrétním dodáváním a odebíráním známého množství plynu v časových intervalech, které jsou pro dosažení rovnováhy v konkrétním bodě potřebné. [49]

Dnes se převážně využívají automatizované techniky měření, které v některých případech dovolují pomalé kontinuální vpouštění adsorptiva, tudíž i měření adsorpce v kvazirovnovážných podmínkách. Pokud je kontinuální tlakoměrná procedura použita

správně, tak se její hlavní výhodou stává odhalení nepatrných změn vlastností zkoumané látky. [49]

Při statické tj. krokové volumetrické metodě, při které dochází k určení adsorpční izoterm, jsou vpouštěna měřená množství plynu do prostoru vzorku. Při každém kroku v průběhu měření se čeká na ustálení rovnováhy tlaku uvnitř byrety se vzorkem. Adsorbované množství plynu je rozdílem mezi množstvím plynu vyplňujícím mrtvý objem a vpuštěným množstvím plynu. [49]

Mrtvý objem je objem mimo vzorek, tedy vzorkem nevyplněná část byrety a přívodu plynu mezi uzavíracím ventilem a tlakoměrem. Mrtvý objem se musí určit vždy před nebo po měření adsorpční izoterm a získané charakteristiky se využijí k zpřesnění výsledků. V průběhu všech měření je zapotřebí udržovat konstantní a dostatečně vysokou hladinu kapalného dusíku v Dewarově nádobě, ve které je umístěna byreta se vzorkem. Během měření je polovina výšky celé byrety ponořena v termostatické lázni. Po přesném změření adsorpční izoterm je ze vzorku nutné odstranit všechny fyzisorbovaný plyn tzv. odplyněním. [50]

Dosažení čistého povrchu závisí na povaze vzorku. Čištění povrchu vzorku bývá často prováděno přímo v měřicí byretě vakuováním s možným současným zahříváním. Očištěný vzorek je poté přenesen do externí teplotní lázně. Odplyňování vzorků je důležitým krokem manipulace se vzorkem vzhledem k dalšímu měření sorpce. Přesnost měření hlavně závisí na kontrole několika experimentálních podmínek. Teplota adsorbátu musí být kontrolována po celou dobu analýzy. Čistota adsorbátu a helia by měla být minimálně 99,99 %. [50]

4.5 Výsledky laboratorní analýzy křemeliny

Měrný povrch křemeliny byl měřen na přístroji Quantachrome Autosorb iQ (viz obr. 7) v laboratoři fyzikálně-chemických metod ICT VŠB-TUO.

Povrch připravených vzorků byl charakterizován měřením adsorpce dusíku při 77,35 K na porozimetru Quantachrome Autosorb iQ. Vzorky byly před měřením odplyňovány při 105°C po dobu 10 h. Specifický měrný povrch byl stanoven pomocí vícebodové BET analýzy v rozmezí relativních tlaků 0,10 - 0,25 (pro neupravovaný vzorek), respektive 0,20 - 0,45 (pro vzorek termicky aktivovaný při 300°C).

Specifický měrný povrch pro neupravovaný vzorek křemeliny je $2,995 \text{ m}^2/\text{g}$ respektive $3,266 \text{ m}^2/\text{g}$ pro aktivovanou křemelinu.

Jsou známy experimentální práce, kdy odpadní křemelina z pivovaru vykazovala specifický měrný povrch $0,29 \text{ m}^2/\text{g}$ a po aktivaci byl měrný specifický povrch $96,4 \text{ m}^2/\text{g}$. [51]

Rovněž jsou známy experimenty modifikace přírodní křemeliny, kdy měrný specifický povrch byl z $37,5 \text{ m}^2/\text{g}$ upraven na hodnotu specifického měrného povrchu $81,8 \text{ m}^2/\text{g}$. Takže vhodnou volbou aktivace (modifikace) křemeliny lze získat zajímavé sorbenty. [52]



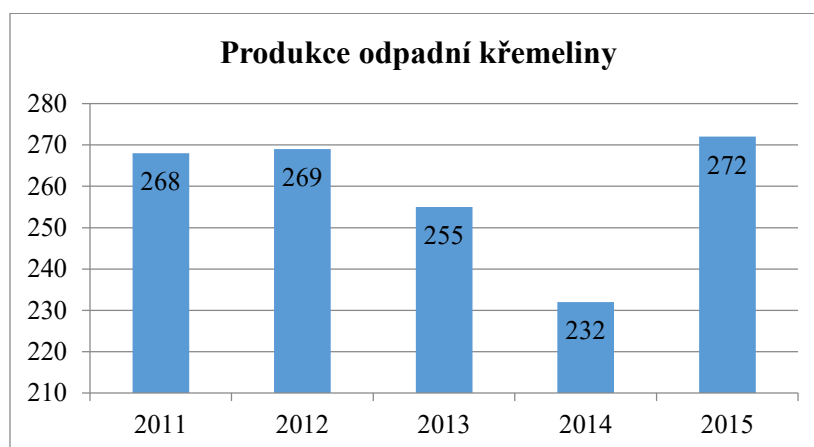
Obr. 7.: Přístroj Quantachrome Autosorb iQ [Foto autor: Tkáč, 2016]

5 ANALÝZA MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ ODPADNÍHO FILTRAČNÍHO MATERIÁLU

5.1 Současné odstraňování křemeliny v Pivovaru Radegast

Odpadní filtrační křemelině je dle katalogu odpadu přiřazeno číslo 02 07 04 – suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování – viz: Katalog odpadů, kapitola 2.3.1. Jedná se o odpad, u kterého původcem nebyla nalezena žádná nebezpečná vlastnost.

Odpadní filtrační křemelina je shromáždována v podzemní záchytné jímce. Její vývoz je realizován 1x měsíčně odčerpáním cisternovým vozem firmy SEZAKO. Současné finanční náklady jsou 700 Kč/t. Způsob odstranění je kompostování. Graf 2 zachycuje roční produkci odpadní křemeliny Pivovaru Radegast, která se pohybuje okolo 250 tun.



Graf 2.: Produkce odpadní křemeliny Pivovaru Radegast [Zdroj: Vlastní zpracování]

V tabulce 2 jsou výsledky rozboru vzorku odpadu, zpracované akreditovanou laboratoří.

Tab. 2.: Rozbor vzorku odpadu [Zdroj: Vlastní zpracování]

Ukazatel	Výsledek	Jednotka
pH	3,26	
Sušina	22	%
Kadmium (Cd)	0,12	mg/kg
Chrom (Cr)	4,17	mg/kg
Měď (Cu)	253	mg/kg
Nikl (Ni)	3,6	mg/kg
Olovo (Pb)	<2,5	mg/kg
Arsen (As)	0,532	mg/kg
Zinek (Zn)	185	mg/kg
Rtuť (Hg)	0,282	mg/kg

5.2 Zpracování možností odstraňování křemeliny

5.2.1 Výběr odpadářských firem

V rámci splnění dílčího cíle dle kapitoly 1 bodu b) uvádím přehled nejvýznamnějších odpadářských společností v lokalitě původce.

Jedná se o osoby způsobilé k převzetí odpadů, které jsou provozovatelem zařízení k využití, k odstranění, ke sběru nebo k výkupu určeného druhu odpadu v regionu Frýdecko-Místecku a Ostravska, které disponují a provozují zařízení k převzetí odpadů dle zákona o odpadech. Jako zdroje hledání uvedených provozovatelů jsem použil portál Krajského úřadu Moravskoslezského kraje a odborný časopis ODPADY (viz tabulka 3).

Tab. 3.: Seznam oslovených firem [Zdroj: Vlastní zpracování]

Č.	Název společnosti	Adresa
1.	OZO Ostrava s.r.o.	Frýdecká 680/444, 719 00 Ostrava
2.	SITA CZ a.s.	Slovenská 2084/102, 709 00 Ostrava Mariánské Hory
3.	Marius Pedersen a.s.	Suderovala 802/4, 709 00 Ostrava Mariánské Hory
4.	van Gansewinkel, a.s. *	Pod Bažantnicí 636/1, 717 00 Ostrava Bartovice
5.	AVE CZ s.r.o.	Ostravská 291, 739 11 Frýdlant nad Ostravicí
6.	Frýdecká skládka, a.s.	Panské Nové Dvory 3559, 738 01 Frýdek-Místek

* Mezinárodní společnost van Gansewinkel ukončila působení na trhu v České republice. Společnost své podnikatelské podíly prodala firmě SMOLO Services s.r.o.

5.2.2 Oslovení potenciálních firem

Ověření potencionálních možností odstranění odpadů u vybraných odběratelů jsem provedl formou poptávacího dopisu, který tvoří přílohu č. 1. Uvedený poptávací dopis jsem zaslal na kontaktní adresy firem uvedených v tabulce 3. Součástí poptávacího dopisu byl Základní popis odpadu, zpracovaný původcem a Protokol chemické analýzy odpadu – viz příloha č. 7 a 8. Hlavním poptávacím kritériem byl způsob odstranění pro náš vybraný odpad a cena navrhovaná za jeho odstranění.

5.2.3 Porovnání nabídek

V návaznosti na poptávkový dopis jsem obdržel vyjádření ze všech oslovených firem s těmito výsledky (oficiální vyjádření jsou přílohou této bakalářské práce):

OZO Ostrava s.r.o. - navrhuje odstranění odpadní křemeliny na obecní kompostárně v Ostravě-Hrušově. Součástí nabídky je i schválený Provozní řád kompostárny, ve kterém si můžeme ověřit, že tento provozovatel má provoz kompostovacího zařízení schválen příslušným orgánem státní správy a v součtu povolených katalogových čísel odpadů je i odpad kat. č. 02 07 04.

SITA CZ a.s. - navrhuje způsob odstranění formou kompostování.

Marius Pedersen a.s. - společnost nabízí odstranění na kompostárně i na ploše pro úpravu biologicky rozložitelných odpadů.

Smolo Services s.r.o. - společnost navrhuje odstranit odpadní filtrační křemelinu společně s ostatními organickými vstupy na ploše pro biologicky rozložitelné odpady.

AVE CZ s.r.o. - společnost nedisponuje vhodnou koncovkou. Hlavním předmětem jejího podnikání je svoz a odstranění komunálních odpadů. Z uvedeného důvodu nám nemůže poskytnout vhodný způsob odstranění našeho odpadu.

Frýdecká skládka a.s. - navrhuje odstranění uvedeného odpadu na ploše pro úpravu biologicky rozložitelných odpadů.

Součástí některých nabídek je i přehled vozového parku, včetně objemu cisternových vozů. Jedná se o velmi podstatnou informaci pro původce, protože získá přehled o tom, který odběratel odveze celý objem odpadu najednou a který musí uvedenou trasu absolvovat dvakrát.

V tabulce 4 uvádím stručný přehled výše uvedeného:

Tab. 4.: Přehled nabídek jednotlivých firem [Zdroj: Vlastní zpracování]

Č.	Název společnosti	Způsob odstranění	Objem cisterny (m ³)
1.	OZO Ostrava s.r.o.	Kompostárna	11
2.	SITA CZ a.s.	Kompostárna	22
3.	Marius Pedersen a.s.	Kompostárna, BRO	20
4.	van Gansewinkel, a.s.	BRO	12
5.	AVE CZ s.r.o.	Bez koncového zařízení	
6.	Frýdecká skládka, a.s.	BRO	Neuvedeno

Dle technických možností provozovatelů a vzhledem k organickému charakteru odpadní filtrační křemeliny se nabízejí tyto dva vhodné způsoby odstranění:

Kompostování

Jedná se o nejjednodušší a nejpřirozenější způsob odstranění organických materiálů. Skládá se z těchto základních fází:

- **Homogenizace** – jedná se o smíchávání organických vstupů, které mohou být tvořeny odpady z lesnictví, zemědělství, údržby zeleně, potravinářství apod.
- **Fermentace** – za působení bakterií dochází k hnilobným a rozkladným procesům. Materiály mění svoji konzistenci a barvu. Tato fáze trvá cca 90 dní. Během fermentace je nutno kompost provzdušňovat a zavlažovat.
- **Mechanická úprava** – jedná se o úpravu materiálu na vibračním síti.

Plocha pro úpravu biologicky rozložitelných odpadů

Jedná se o metodu, která pracuje na stejných principech jako kompostování, tzn. řízeném rozkladu organických materiálů. Rozdíl je však v kvalitě výstupu. Výstupem kompostárny je rekultivační substrát, který musí být registrován u ÚKZUZ a musí splňovat přísné kvalitativní parametry. Výstupem procesu z plochy pro biologickou úpravu odpadu je skládkový rekultivační substrát, který se využívá na terénní úpravy skládek a průmyslových ploch.

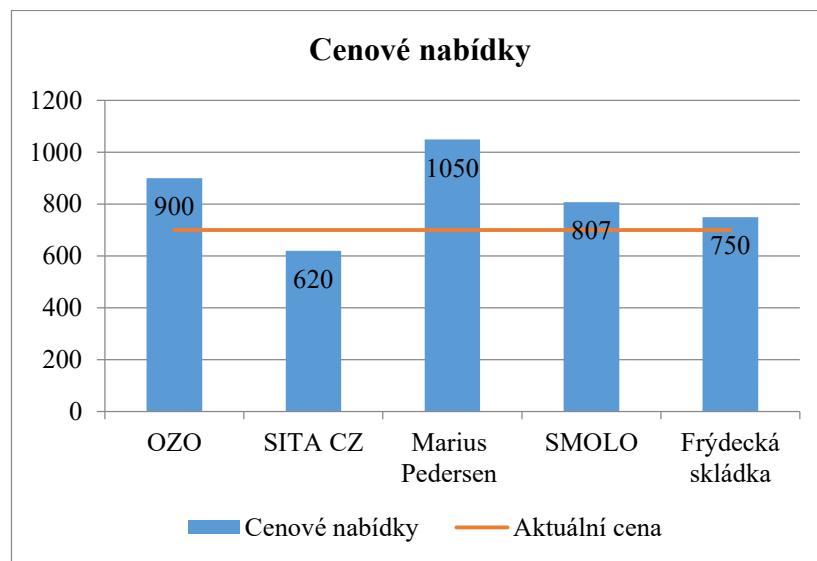
5.2.4 Analýza finančních nákladů navrhovaných procesů odstranění

Z obdržených nabídek jsem provedl porovnání finančních nákladů na odstranění jedné tuny odpadní křemeliny.

Tab. 5.: Finanční náklady za odstranění odpadní křemeliny [Zdroj: Vlastní zpracování]

Č.	Název společnosti	Kč/t
1.	OZO Ostrava s.r.o.	900
2.	SITA CZ a.s.	620
3.	Marius Pedersen a.s.	1 050
4.	van Gansewinkel, a.s.	807
5.	AVE CZ s.r.o.	Neuvedeno
6.	Frýdecká skládka, a.s.	750

V tabulce 5 jsou v cenách zahrnuty i náklady na nakládku, vykládku a dopravu cisternovým vozem.



Graf 3.: Srovnání cenových nabídek [Zdroj: Vlastní zpracování]

Z grafu 3 je patrné, že firma SITA CZ a.s. nabízí původci odpadu finančně nejefektivnější variantu pro odstranění filtrační křemeliny. Navrhovaná cena 620 Kč/t je v porovnání se stávající cenou 700 Kč/t, kterou platí původce o 80 Kč/t nižší. Uvedený rozdíl představuje v celkových ročních nákladech částku 20 000 Kč, což je potenciální finanční úspora.

6 NÁVRHY A DOPORUČENÍ

V rámci této bakalářské práce jsem původci odpadu – Plzeňskému Prazdroji, a.s. Pivovaru Radegast Nošovice předložil přehled všech významných odpadářských firem v jeho okolí včetně aktuálních změn, které proběhly např. ve vlastnických strukturách, nebo adresách firemních sídel.

Následně jsem zmapoval možné způsoby odstranění, které tyto firmy nabízejí pro náš konkrétní odpad. Vzhledem k vysokému podílu organické složky se jako nejvhodnější způsoby nabízí kompostování nebo odstranění na ploše pro úpravu biologicky rozložitelných odpadů. Oba způsoby odstranění nepředstavují negativní dopady na životní prostředí, naopak výstupy z obou procesů jsou dále využitelné na terénní nebo rekultivační úpravy.

Z finančního hlediska se jeví jako nejvýhodnější nabídka firmy SITA CZ a.s., která garantuje roční finanční úsporu cca 20 000 Kč, ale taktéž disponuje cisternovou soupravou, která pojme největší objem 22 m³. Zvýšený objem cisternového vozu je pro provozovatele výhodný z hlediska eliminace bezpečnostních rizik, které souvisejí s čerpáním odpadu z podzemní jímky. Cisterny s polovičními objemy stráví v areálu původce 2x více času spojeného s načerpáním odpadu a tím i vyšší bezpečnostní riziko.

Součástí bakalářské práce byla taktéž detailní analýza odpadní křemeliny. Výsledky uvedené analýzy jsou přínosné z hlediska získání nových informací pro původce a dále využitelné pro aktualizaci Základního popisu ze strany původce. Firmám zabývajícím se nakládáním a odstraňováním odpadů výsledky analýzy taktéž usnadní hledání optimálního způsobu odstranění pro tento odpad.

Dle mého názoru byly hlavní a dílčí cíle této bakalářské práce splněny a výsledky provedených analýz představují náměty, které mohou vést ke zlepšení stávajícího systému odpadového hospodářství původce.

7 ZÁVĚR

Vzhledem ke skutečnosti, že jsem si zvolil hned několik hlavních a dílčích cílů, které jsou sice svým charakterem různorodé, tak na sebe ve své podstatě vzájemně navazují a tvoří jasný a transparentní výstup.

Tato bakalářská práce mně umožnila pracovat s konkrétním vzorkem průmyslového odpadu a využít laboratorních nástrojů a analýz k poznání jeho dílčích vlastností.

Jako velmi přínosnou zkušenost uvádím poznání skutečného trhu odpadářské sféry a možnost komunikovat se zástupci odpadářských firem. Navrhované způsoby odstranění mně pomohly prohloubit si teoretické znalosti o uvedených procesech. Velice přínosné bylo taktéž ověření legislativních znalostí zákona o odpadech v praxi.

Zmiňované ověření a prohloubení znalostí v praxi a skutečnost, že výstup je přínosný a využitelný pro původce odpadu, považuji za nejdůležitější aspekty této bakalářské práce.

Následně ve své diplomové práci bych rád pokračoval ve výzkumu křemeliny jako sorbentu pro možnosti odstraňování toxických a nebezpečných látek ze životního prostředí.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Obchodní zákoník. Business.center.cz [online]. 2016 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/obchzak/cast1.aspx>
- [2] CHARVÁT, Jaroslav. Firemní strategie pro praxi: praktický návod pro manažery a podnikatele: od firemní kultury po schopnost vydělávat peníze: příklady a studie z praxe v ČR. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. Expert (Grada). ISBN 80-247-1389-6.
- [3] ROJÍČEK, René. PLZEŇSKÝ PRAZDROJ, A.S., 2016.
- [4] Zákon o odpadech. Business.center.cz [online]. 2016 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/odpady/cast1.aspx>
- [5] BENEŠ, Bohumil. Odpadové hospodářství: praktická příručka pro řešení problematiky odpadů včetně obalových: určeno pro odpadové hospodáře a pracovníky státní správy. Praha: Dashöfer, 2001-. ISBN 80-86229-33-5.
- [6] HERČÍK, Miloslav. Životní prostředí: základy environmentalistiky. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1073-5.
- [7] BASAŘOVÁ, Gabriela. Pivovarství: teorie a praxe výroby piva. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.
- [8] MENŠÍKOVÁ, LENKA. PLZEŇSKÝ PRAZDROJ, A.S., 2016.
- [9] Představení společnosti. Prazdroj.cz [online]. 2016 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <https://www.prazdroj.cz/cz/o-nas>
- [10] Naše značky. Prazdroj.cz [online]. 2016 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: https://www.prazdroj.cz/cz/nase-znacky/pribeh-nase-znacky?test_agecheck_passed=true&show_ac=true&country=%C8esk%E1+republika&ac_min=18&ac_day=2&ac_month=2&ac_year=1972
- [11] Sabmiller.com [online]. 2015 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: https://www.sabmiller.com/docs/default-source/pdfs/sab_history_timeline.pdf?sfvrsn=2

- [12] Směřujeme k provozu s nulovým odpadem. Prazdroj.cz [online]. 2014 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <https://www.prazdroj.cz/data/web/spolecenska-odpovednost-2014/files/files/SD-report-2014-03-web.pdf>
- [13] Směrování k provozu s nulovým odpadem. Prazdroj.cz [online]. 2016 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.prazdroj.cz/cz/o-nas/odpovedna-spolecnost/ochrana-zivotniho-prostredi/smerovani-k-provozu-s-nulovym-odpadem>
- [14] Baterky v Prazdroji. Odpady: odborný časopis pro nakládání s odpady a životní prostředí. 2015(4), 1.
- [15] Historie. Radegast.cz [online]. 2014 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.radegast.cz/prohlidka-pivovaru-radegast/historie/>
- [16] Obec Nošovice. Nosovice.cz [online]. 2016 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.nosovice.cz/>
- [17] IMAI, Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.
- [18] VERHOEF, Berry. Velká encyklopedie piva. 1. vyd. Čestlice: Rebo Productions, 2003. ISBN 80-7234-283-5.
- [19] BASAŘOVÁ, Gabriela. Sladařství: teorie a praxe výroby sladu. Vyd. 1. Praha: Havlíček Brain Team, 2015. ISBN 978-80-87109-47-2.
- [20] WOLFGANG, Kunze. Technology Brewing and Malting. 2014. ISBN 978-3-921690-77-2.
- [21] KOSAŘ, Karel. Technologie výroby sladu a piva. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000. ISBN 80-902658-6-3.
- [22] BASAŘOVÁ, Gabriela a Jaroslav ČEPIČKA. Sladařství a pivovarství. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1985.
- [23] BRIGGS, D. Brewing: science and practice. Cambridge, England: Woodhead Pub. Ltd., 2004. ISBN 0849325471.

- [24] ALBL, Vít. Výroba piva a sladu: pro učební obor biochemik - biochemička se zaměřením na výrobu piva a sladu. Vyd. 1. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČR ve spolupráci s Plzeňskými pivovary, 1990. ISBN 80-7105-003-2.
- [25] Pegden, C.D., R. E. Shannon, and R.P. Sadowski, 1990. Introduction to Simulation Using SIMAN, McGrawHill, New York, NY.
- [26] Law, A. M. and W. D. Kelton, 1991. Simulation Modeling & Analysis, McGraw-Hill, New York, NY.
- [27] KAHLER, Miroslav a Jan VOBORSKÝ. Filtrace piva. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1981.
- [28] Filtrace piva. Zapivem.cz [online]. 2012 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://www.zapivem.cz/encyklopedie/filtrace-piva.html>
- [29] R. SCHUURMAN, L. BROENS, A. MEPSCHEN, Membrane beer filtration: an alternative way of beer filtration, Technical Quarterly-Master Brewers Association of the Americas 40 (3)(2003) 189–192.
- [30] GERSTL, F. X., Filterhilfsmittel. Brauwelt, 1984, 124(4), 120–126.
- [31] PASCHEN, S., Siliziumoxid. Ullmanns Enzyklopadie der technischen Chemie, Vol 21. Verlag Chemie, Weinheim, 1982.
- [32] Křemelina - zázrak přírody. Mineralion.cz [online]. 2014 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://mineralion.cz/>
- [33] REUTHER, H., Über Filterhilfsmittel auf Diatomeen- und Perlitbasis. Brauwelt, 1965, 105(6/7), 77–80.
- [34] PASCHEN, S., Kieselgur–Gewinnung, Aufbereitung und Verwendung. Erzmetall, 1986, 39(4), 158–161.
- [35] KRUGER, E. AND ANGER, H. M., Kennzahlen zur Betriebskontrolle und Qualitätsbeschreibung in der Brauindustrie. Behr, Hamburg, 1992.
- [36] RATH KJ., SCHENK FILTERBAU, Waldstetten, 1993, personal note.
- [37] MORTEL, H., Mineralbestand, Gefuge und physikalische Eigenschaften von Kalksandsteinen. Fortschritte der Mineralogie, 1980, 58, 37–67.

- [38] DIN 106, Kalksandsteine; Vollsteine, Lochsteine, Blocksteine, Hohlblocksteine. Beuth-Verlag, Berlin.
- [39] GUNDLACH, H., Dampfgehartete Baustoffe. Bauverlag, Wiesbaden, 1973.
- [40] Uelzener Maschinenfabrik (ed.), Hefe-Kieselgurschlamm-Kalk-Behandlungsanlage, Technische Information No. 26, 1989.
- [41] LEUSMANN, U. AND MORTEL, H., Gyrolit, Anfangs und Endprodukt der CSH-Phasenfolge in dampfgeharteten Kalksilikatbetonen. Tonindustrie-Zeitung, 1979, 103(7), 524–529.
- [42] KENDEL, F. AND MORTEL, H., Die Entwicklung des Bindemittelaufbaus von Kalk-Sand-Produkten in Abhängigkeit von Hartetemperatur und Hartezeit—Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften. Tonindustrie-Zeitung, 1980, 104(9), 616–624.
- [43] L. FILLAUDEAU, M. LALANDE, A practical method to predict steady-state flux and fouling in the crossflow microfiltration of rough beer with 1.40 m tubular ceramic membranes, Food and Bioprocess Processing 76 (4)(1998) 217–223
- [44] KAŇÁK, IVO. Nakládání s odpady v pivovaru Radegast, PLZEŇSKÝ PRAZDROJ, A.S., 2007.
- [45] TOMAN, Jiří. PLZEŇSKÝ PRAZDROJ, A.S, Nakládání s odpady v pivovaru Radegast, 2014.
- [46] ROUQUEROL F., ROUQUEROL J., SING K.: Adsorption by Powders and Porous Solids (1999) Academic Press, Great Britain
- [47] PÁTÝ L.: Fyzika nízkých tlaků (1968) Academia, Praha, ČSSR
- [48] SING K.: The Use of Nitrogen Adsorption for the Characterisation of Porous Material (2001) Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 187–188, 3–9
- [49] RAVIKOVITCH P. I., NEIMARK A. V.: Characterization of Nanoporous Materials from Adsorption and Desorption Isotherms (2001) Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 187–188, 11–21
- [50] STEFANIAK W., GOWOREK J., BILIŃSKI B.: Pore Size Analysis by Nitrogen Adsorption and Thermal Desorption (2003) Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 214, 231–237

[51] TSAI, Wen Tien et al. Removal of herbicide paraquat from an aqueous solution by adsorption onto spent treated diatomaceous earth. *Bioresource Technology*. 2005, 96 (6), 657-663. ISSN 0960-8524.

[52] DATSKO, Tatiana Ya et al. Physicochemical and adsorption-structural of diatomite modified with aluminum compounds. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2011, 47(6), 530-539. ISSN 1068-3755.

8.1 Seznam obrázků:

Obr. 1: Zájmové strany.....	4
Obr. 2: Plzeňský Prazdroj.....	9
Obr. 3: Budova varny v Pivovaru Radegast	13
Obr. 4: Elektronový mikrosnímek z válcového pláště rozsivek	18
Obr. 5: Svíčkový filtr.....	20
Obr. 6: Znázornění adsorpce molekul plynu na povrchu pevné látky.....	22
Obr. 7: Přístroj Quantachrome Autosorb iQ	27

8.2 Seznam tabulek:

Tab. 1: Nebezpečné vlastnosti odpadů	5
Tab. 2: Rozbor vzorku odpadu	29
Tab. 3: Seznam oslovených firem	29
Tab. 4: Přehled nabídek jednotlivých firem	31
Tab. 5: Finanční náklady za odstranění odpadní křemeliny.....	32

8.3 Seznam grafů:

Graf 1: Odpady Pivovaru Radegast.....	21
Graf 2: Produkce odpadní křemeliny Pivovaru Radegast	28
Graf 3: Srovnání cenových nabídek	32

8.4 Seznam příloh

Příloha č. 1.: Poptávací dopis	42
Příloha č. 2.: Nabídka firmy OZO Ostrava s.r.o.....	43
Příloha č. 3.: Nabídka firmy SITA CZ a.s.	44
Příloha č. 4.: Nabídka firmy Marius Pedersen a.s.	45
Příloha č. 5.: Nabídka firmy Smolo Services s.r.o.	46
Příloha č. 6.: Nabídka firmy Frýdecká skládka a.s.....	47
Příloha č. 7.: Popis odpadu ze strany původce	48
Příloha č. 8.: Výsledek rozboru vzorku křemeliny.....	49

Příloha č. 1.: Poptávací dopis

OZO Ostrava s.r.o.

Frýdecká 680/444, 719 00 Ostrava

V Dobré dne 15.3. 2016

Věc: Poptávka na odstranění odpadu.

Dobrý den,

obracím se na Vás v rámci bakalářské práce na téma „ANALÝZA MOŽNOSTI VYUŽITÍ ODPADNÍHO FILTRAČNÍHO MATERIÁLU VZNIKAJÍCÍHO PŘI VÝROBĚ PIVA“, kterou zpracovávám na Institutu environmentálního inženýrství, fakultě Hornicko – geologické, Vysoké školy báňské, Technické univerzitě Ostrava. Podstatou uvedené bakalářské práce je nalezení využití pro odpad kat. č. 02 07 04 – Surovinu nevhodné ke spotřebě nebo využití, pro původce tohoto odpadu – Plzeňský Prazdroj, a.s. Pivovar Radegast Nošovice.

Jedná se o odpad vznikající při filtraci piva v množství cca 250 t za rok. Popis odpadu je uveden v Popisu odpadu, který tvoří přílohu tohoto dopisu. Odpad je shromažďován v podzemní jímce a jeho vývoz je nutný v intervalu cca 1x za měsíc. Odpad je nutné odčerpat cisternovým vozem.

V případě zájmu o pravidelný odběr tohoto odpadu prosím zašlete způsob odstranění a náklady za odstranění 1 tuny, včetně nákladů za dopravu na e-mailovou adresu: adam.tkac@seznam.cz.

Případné bližší technické informace Vám sdělí odpovědný pracovník Plzeňského Prazdroje, a.s. Pivovaru Radegast Nošovice – Ing. René Rojíček, tel.: 724 617 268, e-mail: rene.rojicek@pilsner.sabmiller.com

Přílohy:

- Základní popis odpadu kat. č. 02 07 04
- Protokol analýzy kat. č. 02 07 04

S pozdravem

Adam Tkáč



Student 3. ročníku environmentálního inženýrství, HGF na VŠB TU Ostrava

Adam Tkáč: Analýza možností využití odpadního filtračního materiálu vznikajícího při výrobě piva

Příloha č. 2.: Nabídka firmy OZO Ostrava s.r.o.

OZO Ostrava s.r.o.

Vyřizuje: Ing. Panajotis Chadziandoniu
Telefon: +420 596 251 277
Fax: +420 596 251 220
Mobil: +420 724 039 281
E-mail: jotis@ozoostrava.cz
Datum: 12. 4. 2016

Cenová nabídka:

Na základě poptávky předkládáme cenovou nabídku na odběr a využití odpadní křemeliny z filtrace piva katalogové číslo odpadu: 02 07 04 Suroviny nevhodné ke spotřebě kategorie O v množství 250 tun ročně. Nabízíme odběr na naší kompostárně v Ostravě-Hrušově, dle provozního řádu kompostárny za cenu 700,- Kč/tunu + doprava cisternou + DPH ve výši 21%.

Doprava cisternou:

Vozidlo VOLVO 11 m³ : 35,- Kč/km; 220,- Kč/15 min sání, vypouštění + DPH ve výši 21%.

Výjezd vozidla z areálu Frýdecká 680/444, Ostrava-Kunčice.



Ing. Panajotis Chadziandoniu
obchodní zástupce Provozovny 5 – Průmyslové odpady

OZO Ostrava s.r.o.
Frýdecká 680/444, 719 00 Ostrava
IČ 62300920 DIČ CZ62300920
Provozovna 5 – Průmyslové odpady
T 596 251 277 **OZO!!!**

OZO Ostrava s.r.o.
Frýdecká 680/444
719 00 Ostrava
www.ozoostrava.cz

IČ 62300920, DIČ CZ62300920
Číslo účtu 3504540207/0100
Zapsaná v Obchodním rejstříku Krajského soudu
v Ostravě, oddíl C, vložka 12647, dne 2. 11. 1994

OZO!!!
víme, co s odpady

Příloha č. 3.: Nabídka firmy SITA CZ a.s.



Recyklace a využití odpadů Česká republika

Píseňský Prazdroj a.s.
U Prazdroje 7
Píseň, 304 97

SABMILLER
Nošovice 1. Nošovice

V Ostravě 19.4.2016
Vyřizuje: Jan Pindor
Tel. / E-mail: +420 725 904 965, jan.pindor@sita.cz

Nabídka (objednávka) převzetí odpadů oprávněnou osobou

Vážený obchodní příteli,
dle naší domluvy Vám zasílám nabídku na přepravu a odstranění níže uvedených odpadů.

Katalog. Č. odpadu	Název odpadu dle katalogu odpadů	Kat. odpadu	Obal pro předání odpadu zhotoviteli	MJ	Cena Kč/MJ	Poznámka
02 07 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě - křemelina	O	Cisterna Souprava max. 22 tun	Tuna	620,00	

Ostatní ujednání/podmínky:

Uvedená cena zahrnuje přepravní a manipulační náklady, odstranění odpadu.

K výše uvedené ceně se připočítává platná DPH. Fakturace proběhne podle jednotkových cen dle skutečného množství. Splatnost faktur 30 dní.

Způsob využití odpadu:

R3 Recyklace nebo zpětné získávání organických látek, které se nepoužívají jako rozpouštědla (včetně kompostování a dalších biologických transformačních procesů)

S pozdravem



SITA CZ a.s.
Divize Sever

Slovenská 2084/102, 709 00 Ostrava - Mariánské Hory
tč. 25638955, fax: +420 596 945 830 (T)

Ing. Langer, Petr
SITA CZ a.s.



SITA CZ a.s.
Divize Sever

Slovenská 2084/102, 709 00 Ostrava - Mariánské Hory
tč. 25638955, fax: +420 596 945 830 (T)

Pindor, Jan
SITA CZ a.s.

* Souhlasíme s uvedenými podmínkami a závazně objednáme tímto výše specifikované služby dle nabídky č.

V dne 19.4.2016

za objednatele
(razítko a podpis)

SITA CZ a.s.
Španělská 1073/10, 120 00 PRAHA 2 – VINOHRADY, Zákaznická linka 800 102 000, www.sita.cz
IČ: 25638955, DIČ: CZ25638955, bankovní spojení: KB, a.s., č. ú. 27-9328790297/0100, společnost zapsaná u Městského soudu v Praze, oddíl B, vložka 9378
Divize SEVER: Slovenská 2084/102, 709 00 OSTRAVA – MARIÁNSKÉ HORY, Tel.: +420 596 945 830, Fax: +420 596 945 831

Příloha č. 4.: Nabídka firmy Marius Pedersen a.s.

Dobrý den,

na základě informací, které máme k dispozici Vám zasílám níže uvedené :

cena za odvoz a odstranění odpadu se pohybuje od 490,00 Kč/tuna do 1650,00 Kč/tuna + DPH.

V ceně odstranění odpadu jsou zahrnuty náklady na přepravu. Předpokládaný jednorázový odvoz odpadu je 20t.

Cena je se odvíjí od fyzikálních a chemických vlastností odpadu .

Způsob odstranění odpadu : kompostárna, biologická úprava odpadu, skládka S-003 .

Přeji Vám pohodový zbytek dne.

V úctě

Marius Pedersen a.s.

Ing. Dan Fojtík
obchodní zástupce

Marius Pedersen a.s. | Průběžná 1940/3 | Hradec Králové 500 09
Provozovna Ostrava | Markvartovická 1148 | Hlučín 748 01
☎ 595 020 111 | fax: 595 020 112 | mobil: 602 568 638
✉ dan.fojtik@mariuspetersen.cz

Marius Pedersen



Pořádek dělá přátele



Příloha č. 5.: Nabídka firmy Smolo Services s.r.o.

Cenová nabídka pro vyhotovení smluv a dodatků

Vystaveno pro společnost: **Plzeňský Prazdroj a.s.** Pivovar Radegast Nošovice

Průmyslový odpad - Celková cena za odstranění odpadu (svoz probíhá na výzvu za níže uvedené ceny)

[illegible]

Myslvětlvlyky: Cena celkem obsahuje cenu za odstranění a za dopravu. Pokud je ve formuláři uvedena cena za nádobu, není nádoba započítána do celkové ceny.

Ostatní služby

[illegible]

Poznámky:

Při stanovení ceně 807,-/lt včetně dopravy je v kalkulaci použití cisterny cc12 m3. Z toho vyplývá, že cisterna by jela 2x (r 2x /měsíc.

Náběh by byl možný od 1.7. po uvedení nové technologie na koncovém zařízení.

Původní myšlenku zatím nemohu sdělit-koncovka neodpovídá.

Vypracoval: Pavel Spiška

Dne: 19.4.2016

Za provoz schválil:

Všechny ceny jsou uvedeny bez DPH.

Adresa spoločnosti: SMOLO Services s.r.o., Hasičská 171, 739 91 Jablunkov • IČ 277 08 853

Korespondenční adresa: Pod Bažantnicí 636/1, 711 01

trava@smolo.cz

Adam Tkáč: Analýza možností využití odpadního filtračního materiálu vznikajícího při výrobě piva

Příloha č. 6.: Nabídka firmy Frýdecká skládka a.s.



FRÝDECKÁ SKLÁDKA, a.s.
www.frydeckaskladka.cz

Frýdecká skládka, a.s.
Panské Nové Dvory č. 3559
738 01 Frýdek - Místek
IČ: 47151552
DIČ: CZ47151552
Zapsána v OR KS v Ostravě
oddíl B, vložka 499

Plzeňský Prazdroj, a.s.
Pivovar Radegast Nošovice
739 51 Nošovice

Váš dopis značky / ze dne

Naše značka

Vyřizuje
Ing. Blahutová

Frýdek-Místek
Dne: 13. 4. 2016

Cenová nabídka

Na základě Vašeho požadavku Vám zasíláme cenovou nabídku na zajištění odběru a využití odpadu kat.č. 020704 – křemeliny z filtrace piva.

1. Ceny za odběr odpadů na zařízení spol. Frýdecká skládka, a.s. - Panské Nové Dvory 3197 ve Frýdku-Místku

Kat. č.	Název	Kat.	Koncové zařízení	Cena celkem v Kč/t bez DPH
02 07 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	O	Plocha pro BRO	750,00

Ceny jsou uvedeny bez DPH a jsou platné pro období realizace zakázky v roce 2016. Veškeré nakládání s uvedeným odpadem bude probíhat v souladu se zákonem č.185/2001 Sb., o odpadech. Věříme, že naše nabídka bude pro Vás zajímavá a těšíme se na spolupráci.

S pozdravem za Frýdeckou skládku, a.s.


FRÝDECKÁ SKLÁDKA, a.s.
Panské Nové Dvory 3559
738 01 Frýdek-Místek
IČ: 47151552 DIČ: CZ47151552

Ing. Pavlína Blahutová
Koordinátor zakázek, poradce pro ekologii
e-mail: blahutova@frydeckaskladka.cz
mob.: 733 791 467


Příloha č. 7.: Popis odpadu ze strany původce

ZÁKLADNÍ POPIS ODPADU ZE STRANY PŮVODCE

Dodavatel odpadu: (obchodní název, adresa, IČO) Plzeňský Prazdroj, a.s. U Prazdroje 7 30152 Plzeň 3 ICO: 45357366	Místo vzniku odpadu (název, adresa provozovny) Plzeňský Prazdroj, a.s. Závod Pivovar Radegast Nošovice 739 51 Nošovice
Katalogové číslo odpadu: 02 07 04 Kategorie odpadu: O Název: Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	Předpokládané množství v dodávce: 20 t Předpokládané množství za rok v t: 250 t Cetnost dodávek: 1x měsíčně
Popis technologie, při nichž odpad vznikl: Filtrace piva – jedná se o filtrační křemelinu se zbytky kvasinek.	
Fyzikální vlastnosti (konzistence, barva, zápach) Kašovitá hmota o sušině cca 30% s charakteristickým zápachem.	Nebezpečné vlastnosti (dle zák.č. 185/2001 Sb., př.č. 2) žádné
Stanovení kritických ukazatelů: nejsou stanoveny	
Odpad splňuje podmínky vyřizovací třídy <u>I</u> <u>IIa</u> <u>IIb</u> <u>III</u> <u>nelze odebrat reprezentativní vzorek</u> Odpad svým složením odpovídá podmínkám pro uložení na skládce typu <u>S-I0</u> <u>S-001</u> <u>S-002</u> <u>S-003</u> <u>S-NO</u>	
Popis rizik a nežádoucích reakcí: žádné	Opatření skládky pro přijetí odpadu (např. překryv odpadu s obsahem azbestu, zákaz smíchávání apod.) žádné
Prohlášení původce odpadu: Odpad nelze dále využít ani jinak odstranit na základě posouzení v souladu s § 11 odst. 3 zák.č. 185/2001 Sb.	
Přílohy : - protokol o odběru vzorku odpadů <u>ano</u> <u>ne</u> - protokol o vodném výluhu <u>ano</u> <u>ne</u> - protokol o obsahu ukazatelů v sušině <u>ano</u> <u>ne</u>	
Dodavatel odpadu – odpovědná osoba Plzeňský Prazdroj, a.s. Pivovar Radegast Nošovice Jméno a příjmení: Bydliště: 739 51 Nošovice tel., fax, e-mail: 724 617 268 rene.rojicek@pilsner.sabmiller.com	Podpis odpovědné osoby, razítko a datum

Adam Tkáč: Analýza možností využití odpadního filtračního materiálu vznikajícího při výrobě piva

Příloha č. 8.: Výsledek rozboru vzorku křemeliny

 Laborator MORAVA s.r.o. se sídlem ve Studénce Zkušební laboratoř č. 1266 akreditovaná ČIA Divize EKOLA Bruzovice telefon : 553/653 172 IČO: 25399951 DIČ: CZ25399951 e-mail: ekolafm@volny.cz	Zákazník:
	<i>Frydecká skládka a.s.</i>
	Frydek-Místek

PROTOKOL O ZKOUŠCE č.: 2140E			
Výsledky rozborů vzorků odpadu			
Vzorek odebral:	zadavatel	Datum odběru:	31.5.2004
Druh vzorku-označení:	křemelina-Pivovar Radegast	Datum příjmu:	31.5.2004
Požadované vyšetření	dle ČSN 465735 - Průmyslové komposty-TK -vstup+pH	Datum analýz:	do 15.6.2004

Výsledky rozboru			2140E	
ukazatel	výsledek	jednotka	metoda	
kadmium (Cd)	0,12	mg/kg	ČSN 465735	SOP 23
chrom (Cr)	4,17	mg/kg	ČSN 465735	SOP 23
měď (Cu)	253	mg/kg	ČSN 465735	SOP 23
nikl (Ni)	3,60	mg/kg	ČSN 465735	SOP 23
olovo (Pb)	<2,5	mg/kg	ČSN 465735	SOP 23
arsen(As)	0,532	mg/kg	SN	ICP
zinek (Zn)	185	mg/kg	ČSN 465735	SOP 23
rtuť (Hg)	0,282	mg/kg	ČSN 465735	SOP 03
<i>Hodnoty uvedeny v sušině Extrakt Lefortovou lučavkou (vroucí směsí)</i>				
pH	3,26		ČSN 465735	
sušina	8,50	%	ČSN 465735	

SOP - 23 -AAS, SOP - 03-AMA 254 ČSN 465735 Průmyslové komposty
 Prohlášení: Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušeného předmětu. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nelze protokol reprodukovat jinak než celý.

Vlastní neakreditované zkoušky jsou v kolonce "Metoda" označeny písmenem N a příslušným SOP, ČSN.
 SN-Litolab s.r.o. Chudobín (laboratoř se zavedeným systémem jakosti dle ČSN EN ISO 17 025)
 nejistota - kvalifikovaný odhad nejistoty měření v % - budou dodány jako příloha protokolu samostatně

Protokol vystavil: RNDr. Vladimíra BRYNDOVÁ
 Schválil a za analýzy zodpovídá:

Dne: 18.6.2004
 Ing. Jiřina Bohdálková
 vedoucí Divize EKOLA Bruzovice

